

Gaseous or fluidic medium pump e.g. for hydraulic control and regulation systems

Patent Number: DE19539020

Publication date: 1997-04-24

Inventor(s): KAPPEL ANDREAS DIPL PHYS DR (DE); MOCK RANDOLF DIPL PHYS DR (DE); MEIXNER HAAR PROF DIPL PHYS DR (DE)

Applicant(s):: SIEMENS AG (DE)

Requested

Patent: ☐ DE19539020

Application

Number: DE19951039020 19951019

Priority Number

(s): DE19951039020 19951019

IPC

Classification: F04B43/04 ; F04F7/00

EC Classification: F04F7/00

Equivalents:

Abstract

An electromagnetic convertor (SE) stimulates a standing acoustic wave in a first chamber (PK) of the pump housing (G). This chamber (PK) is filled with the gas or fluid to be pumped. At least one inlet (E) and at least one outlet (A) open out into the first chamber (PK) at a place where the chamber pressure periodically varies. The inlet (E) and outlet (A) are formed such that they present to the medium flowing into or out of the first chamber (PK) a resistance less than that presented to the medium flowing in the opposite direction. The electromagnetic convertor (SE) preferably has an actuator (P) whose dimensions and/or shape can be varied, e.g. a piezoelectric, electrostrictive, magnetostrictive, electromagnetic or electrodynamic actuator (P).

Data supplied from the esp@cenet database - I2

A2



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 195 39 020 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁸:
F 04 B 43/04
F 04 F 7/00

②1 Aktenzeichen: 195 39 020.2
②2 Anmeldetag: 19. 10. 95
④3 Offenlegungstag: 24. 4. 97

DE 195 39 020 A 1

⑦1 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

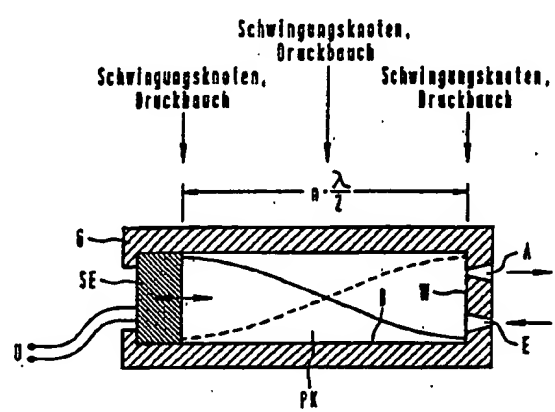
⑦2 Erfinder:
Kappel, Andreas, Dipl.-Phys. Dr., 81369 München, DE;
Mock, Randolf, Dipl.-Phys. Dr., 81739 München, DE;
Melxner, Prof. Dipl.Phys. Dr., 85540 Haar, DE

⑥8 Entgegenhaltungen:
DE 42 23 019 C1
DE 44 22 743 A1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑥4 Pumpe zur Förderung gasförmiger oder flüssiger Medien

⑥7 Beim Einbau piezoelektrischer Aktoren in konventionelle Ventilpumpen lassen sich die Eigenschaften dieser eine Fördereinheit antreibenden elektromechanischen Wandler nur unzureichend nutzen. So liegt die zulässige Betätigungsfrequenz der Ventile üblicherweise deutlich unterhalb der maximalen Betätigungsfrequenz des Wandlers, was die Arbeitsfrequenz der Pumpe und damit auch deren Förderleistung begrenzt.
Das mit einem Einlaß (E) und einem Auslaß (A) versehene Gehäuse (G) der beschriebenen Pumpe besitzt eine als akustischer Resonator wirkende Kammer (PK), die ein elektromechanischer Wandler (SE) endseitig abdichtet. Der Wandler (SE) hat die Aufgabe, stehende akustische Wellen in der mit dem zu fördernden Medium gefüllten Kammer (PK) anzuregen. Als Ein- und Auslaß (E, A) dienen konische Bohrungen, die jeweils an einem Ort in die zylindrische Kammer (PK) münden, wo sich der Kammerdruck periodisch ändert. Sie sind derart ausgerichtet, daß der Einlaß (E) dem in die Kammer (PK) fließenden Medium, der Auslaß (A) dem in umgekehrter Richtung fließenden Medium den kleineren Strömungswiderstand bietet.
Ventillosen Pumpen.



DE 195 39 020 A 1

Beschreibung

1. Einleitung

5 Pumpen werden in nahezu allen Bereichen der Technik, insbesondere in der hydraulischen Steuer- und Regelungstechnik, der Medizintechnik, der Automobiltechnik, der Verfahrens- und Prozeßtechnik und in zunehmendem Maße auch in der Mikrosystemtechnik zur Druckerzeugung und Förderung von Flüssigkeiten und Gasen eingesetzt. Entsprechend der ihnen jeweils zugewiesenen Funktion und Aufgabe, müssen die Pumpen
 10 unterschiedlichsten Anforderungen genügen. Unabhängig vom Einsatzgebiet sollen die Pumpen aber immer eine hohe Betriebszuverlässigkeit besitzen, effizient und wartungsfrei arbeiten und möglichst kompakt aufgebaut sein.

Die Leistungsfähigkeit der zur Förderung kleiner bis mittlerer Volumina eingesetzten Pumpen ließe sich durch Verwendung piezoelektrischer, elektrostriktiver oder magnetostriktiver Aktoren als Antrieb erheblich
 15 verbessern, da diese kompakt aufgebauten elektromechanischen Wandler eine hohe Energiedichte besitzen, elektrische Energie effektiv in mechanische Energie umwandeln und Arbeitsfrequenzen von bis zu mehreren Kilohertz ermöglichen. Beim Einbau der Aktoren in konventionelle Ventilpumpen kommen die Vorteile dieser Wandler allerdings nicht zum tragen. So liegt die zulässige Betätigungsfrequenz der üblicherweise verwendeten Rückschlag- bzw. Blattventile deutlich unterhalb der maximalen Betätigungsfrequenz des Aktors, was die
 20 Arbeitsfrequenz der Pumpe und damit auch deren Förderleistung begrenzt. Probleme bereitet auch das die Förderleistung reduzierende Schluckvolumen der Ventile und deren Neigung, vergleichsweise schnell zu verschmutzen.

2. Stand der Technik

25 In der Entwicklung befinden sich zur Zeit eine Vielzahl von Typen miniaturisierter Membranpumpen mit mikromechanisch hergestellten Ventilen und Pumpenkammern (s. beispielsweise [1-3]). Als Antriebselemente dienen vorzugsweise piezoelektrische Aktoren, welche die die jeweilige Pumpenkammer abdichtende Membran periodisch deformieren und dadurch das Kammervolumen zyklisch ändern.

30 Ventillose Mikropumpen sind aus [4, 5] bekannt. Den Pumpeneinlaß und Pumpenauslaß bilden sogenannte Diffusor/Düse-Elemente, die keine bewegten mechanischen Teile aufweisen und im einfachsten Fall aus einer konischen Bohrung bestehen.

Die in [6] beschriebene Mikropumpe besitzt eine von einem piezoelektrischen Aktor angetriebene Platte, die dem in einem Kanal oder Spalt strömenden Medium eine Oszillationsbewegung aufprägt. Da die stark strukturierte Oberfläche der Platte dem in Richtung Auslaß fließenden Medium den kleineren Strömungswiderstand
 35 bietet, wird Masse vom Pumpeneinlaß zum Pumpenauslaß transportiert.

3. Ziele und Vorteile der Erfindung

40 Ziel der Erfindung ist die Schaffung einer kompakten und betriebssicheren Pumpe zur Förderung gasförmiger oder flüssiger Medien. Die Pumpe soll einen einfachen Aufbau besitzen, kostengünstig herzustellen sein und auch bei hohen Betriebsfrequenzen im Bereich von $f = 10-30$ kHz noch zuverlässig und nahezu verschleißfrei arbeiten. Eine Pumpe mit den in Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen besitzt diese Eigenschaften. Vorteil-
 45 hafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Pumpe sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Die Erfindung ermöglicht den Bau ventillosen Pumpen, deren Förderleistung bzw. Förderdruck durch die Art der Verschaltung der als Ein- und Auslaß dienenden Diffusor/Düse-Elemente den jeweiligen Gegebenheiten
 50 angepaßt werden kann. Darüberhinaus läßt sich die Pumpleistung sowohl über die Frequenz als auch über die Amplitude des dem Schwingungserreger der Pumpe zugeführten Ansteuersignals in weiten Grenzen verändern. Liegt die Ansteuerfrequenz im Ultraschallbereich, arbeiten die Pumpen trotz hoher Förderleistung äußerst geräuscharm. Selbst feststoffhaltige oder partikelbelastete Fluide beeinträchtigen die Funktionsweise der Pumpen nicht. Sollten dennoch Verschmutzungen auftreten, lassen sich diese durch einen Ultraschallbetrieb der Pumpen beseitigen.

4. Zeichnungen

55 Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:
 Fig. 1 eine mit Diffusor/Düse-Elementen ausgestattete akustische Pumpe;
 Fig. 2 mögliche Anordnungen der Diffusor/Düse-Elemente im Gehäuse der akustischen Pumpe;
 Fig. 3 bis 5 Ausführungsbeispiele akustischer Pumpen, deren Schwingungserreger einen auf einen Kolben
 60 bzw. eine Membrane wirkenden Piezoaktor aufweist;
 Fig. 6 und 7 akustische $5 \cdot (\sqrt{2})$ -Pumpen mit parallelgeschalteten Förderstufen.

5. Ausführungsbeispiele akustischer Pumpen

65 Das Metall- oder Spritzgehäuse G der in Fig. 1 schematisch dargestellten akustischen Pumpe besitzt eine als Resonator dienende zylindrische Bohrung B, die ein gedichtet in das Gehäuse G eingebauter elektromechanischer Wandler SE endseitig abschließt. Der mit elektrischen Anschlüssen versehene Wandler SE hat die Aufgabe, stehende akustische Wellen in der mit einem Gas oder einer Flüssigkeit gefüllten Pumpenkammer PK

anzuregen. Er ist derart in der Gehäusebohrung B montiert, daß sein axialer Abstand l zur gegenüberliegenden Gehäusewand W der Resonanzbedingung

$$l = l_{\text{res}} = n \cdot (\lambda/2) \quad (1)$$

genügt. In Gleichung (1) bezeichnen λ die Wellenlänge der angeregten akustischen Schwingung und $n = 1, 2, 3, \dots$ die Schwingungsmode. Unter Berücksichtigung der Schallgeschwindigkeit v_f in dem zu fördernden Medium und der durch das Ansteuersignal U vorgegebenen Anregungsfrequenz f läßt sich Gleichung (1) zu

$$l = l_{\text{res}} = n \cdot [v_f/(2f)] \quad (2)$$

umformen. Falls man Wasser fördern ($v_f = 1500$ m/s) und man die Pumpe bei einer Frequenz $f = 20$ kHz in der niedrigsten Schwingungsmode $n = 1$ betreiben will, muß die Pumpenkammer PK somit eine Länge $l = 3,75$ cm aufweisen. Um einen stabilen Betrieb der Pumpe zu gewährleisten, sollten die transversalen Abmessungen der Kammer PK kleiner sein als die Wellenlänge λ der angeregten Schwingung. Im betrachteten Fall kann der Durchmesser der Kammer PK daher beispielsweise $d = 3$ cm betragen.

Als elektromechanischer Wandler SE kommen insbesondere piezoelektrische Aktoren in Betracht. Diese in allen Bereichen der Schall-/Ultraschallerzeugung häufig verwendeten Aktoren besitzen den gewünschten kompakten Aufbau. Sie sind kostengünstig in großen Stückzahlen herzustellen und sehr langlebig. Weniger verbreitet sind die ebenfalls als elektromechanischer Wandler SE für die akustischen Pumpe in Frage kommenden elektrostriktiven und magnetostruktiven Aktoren.

Betreibt man die akustische Pumpe in der niedrigsten Schwingungsmode $n = 1$, so bilden sich im Bereich der Gehäusewand W und der kammerseitigen Oberfläche des elektromechanischen Wandlers SE Druckbäuche (Schwingungsknoten) und in der Mitte der Pumpenkammer PK ein Druckknoten (Schwingungsbauch) aus. An den durch Pfeile markierten Stellen schwankt der Kammerdruck also periodisch zwischen zwei Extremwerten p_{max} (Überdruck) und p_{min} (Unterdruck), während er in der Kammermitte annähernd konstant bleibt. Die gestrichelte und die durchgezogene Kurve in Fig. 1 repräsentieren somit die Einhüllende des Druckverlaufs der stehenden akustischen Welle.

Am Ort maximaler Druckamplitude münden der Einlaß E und der Auslaß A in die Pumpenkammer PK. Ein- und Auslaß E/A sind jeweils als konische Bohrung ausgebildet, deren Querschnitt sich in Richtung Wandler SE erweitert (Einlaß E) bzw. verjüngt (Auslaß A). Als strömungstechnisch anisotrope Elemente hängt ihr Strömungswiderstand von der Fließrichtung des Mediums ab, wobei die als Diffusor wirkende Bohrung einen größeren, die als Düse wirkende Bohrung hingegen einen vergleichsweise kleineren Durchfluß bei gleicher und konstanter Druckdifferenz ermöglicht (s. [4, 5]). So begünstigt die Bohrung E das Einstromen des Mediums in die Pumpenkammer PK (Unterdruck in der Kammer), während sie dem ausströmenden Medium den größeren Strömungswiderstand bietet (Überdruck in der Kammer PK). Demgegenüber wirkt der Auslaß A beim Ansaugen des Mediums als Düse (großer Strömungswiderstand), in umgekehrter Richtung durchströmt hingegen als Diffusor (kleiner Strömungswiderstand). In Folge der im Bereich der beiden Diffusor/Düse-Elemente E/A periodisch auftretenden Druckwechsel wird das Medium daher vom Einlaß E zum Auslaß A gefördert bzw. ein Druckgradient in Diffusorrichtung aufgebaut. Falls der halbe Öffnungswinkel der konischen Bohrungen E/A $\alpha/2 \approx 8^\circ$ beträgt und deren kleinster Durchmesser im Bereich von $d \approx 0,5$ mm liegt, so erzeugt die mit einem Signal der Frequenz $f = 20$ kHz angesteuerte Pumpe einen Maximaldruck von $p_{\text{max}} \approx 18$ bar.

Die Fig. 2a bis d zeigen weitere Ausführungsbeispiele akustischer $\lambda/2$ -Resonatorpumpen. Sie unterscheiden sich von den oben beschriebenen, in Fig. 2e nochmals dargestellten Pumpe lediglich in der Lage ihrer als Einlaß bzw. Auslaß dienenden Diffusor/Düse-Elemente E/A. So ist es beispielsweise möglich, den zylindrischen Mantel des Gehäuses G mit konischen Bohrungen E/A zu versehen, diese auf derselben Seite, gegenüberliegend oder winkelförmig anzuordnen (s. Fig. 2a, c, d) oder den Einlaß/Auslaß in den Schwingungserreger SE zu integrieren (s. Fig. 2b). Um eine optimale Pumpleistung zu erzielen, sollten sowohl der Einlaß E als auch der Auslaß A immer an einer Stelle maximaler Druckamplitude in die Kammer PK münden. Abweichungen von diesen durch die Druckmaxima definierten Orten sind möglich, allerdings mit einer Verringerung der Pumpleistung verbunden.

Der elektromechanische Wandler der in Fig. 3 dargestellten Pumpe besteht aus einem piezoelektrischen Aktor P und einem vom Aktor P angetriebenen, in der zylindrischen Pumpkammer PK axialverschiebbar angeordneten Kolben K. Für die Abdichtung der Pumpkammer PK sorgt ein den topfförmigen Teil des Kolbens K umschließender O-Ring OR. Da der sich am Boden der linken Gehäusekammer AK abstützende Piezoaktor P den Kolben K nur unwesentlich in der Pumpkammer PK verschiebt ($\Delta l \approx 10^{-3}$ l, Aktorlänge $l = 3$ cm) ist der O-Ring OR keinem großen Verschleiß unterworfen. Die transiente Arbeitsweise des Piezoaktors P macht es erforderlich, ihn mit Hilfe der zwischen einer Stufe der Gehäusebohrung B und dem ringförmigen Ansatz des Kolbens K angeordneten Tellerfeder T mechanisch vor zuspanssen. Die Tellerfeder T hat außerdem die Aufgabe, den Aktor P zu fixieren, ihn vor einer mechanischen Zerstörung durch innere Zugspannungen zu schützen und die Rückführung des Kolbens K in die Ruhelage zu unterstützen.

Bei der in Fig. 4 dargestellten Pumpe wird die Längenänderung des Piezoaktors P über eine mit dem Gehäuse G verschraubte Membrane M auf das Fördermedium übertragen. Verwendet man eine Membrane M hinreichender Steifigkeit, insbesondere eine Stahlmembrane, kann diese die Aufgaben der in Fig. 3 gezeigten Tellerfeder T übernehmen. Die Membrane M sorgt dann für die mechanische Druckvorspannung des Piezoaktors P und gewährleistet dessen bündige Anlage am Gehäuseboden. Außerdem dichtet sie die mit dem Fördermedium gefüllte Pumpenkammer PK gegenüber der den Piezoaktor P aufnehmenden Gehäusekammer AK ab.

Im topfförmigen Gehäuse G der in Fig. 5 gezeigten Pumpe regt ein heute üblicherweise als Schall-/Ultraschallerzeuger verwendeter Membranbiegeschwinger stehende akustische Wellen an. Sein bimorpher Aufbau

aus piezoelektrischen Aktor P und Membrane M ermöglicht sowohl eine Hubtransformation als auch eine akustische Impedanzanpassung an das zu fördernde Medium. Die Pumpe besitzt dann den größten Wirkungsgrad, wenn die Eigenresonanz der Membrane M der Resonanzfrequenz der Pumpe entspricht.

Wie oben erläutert, lassen sich die bisher beschriebenen Pumpen durch Erhöhen der Anregungsfrequenz f oder durch Verlängerung der Pumpenkammer PK auch in Resonanzmoden $n > 1$ betreiben. Dies steigert die Förderleistung bzw. erhöht den Förderdruck. Entsprechende Pumpen zeigen die Fig. 6 und 7, wobei die Pumpenkammern K jeweils eine Länge $l = 5 \cdot \lambda/2$ aufweisen.

Die in Fig. 6 dargestellte Pumpe besitzt insgesamt 6 konische Bohrungen E_i/A_i welche jeweils am Ort maximale Druckschwankungen (Druckbäuche) in die Kammer PK münden. Der Abstand aufeinanderfolgender, antiparallel orientierter Bohrungen E_i/A_i entspricht jeweils der halben Wellenlänge $\lambda/2$ der in der Kammer K angeregten akustischen Schwingung. Während alle als Einlässe dienenden, sich ins Gehäuseinnere erweiternden Bohrungen E_i mit der Ansaugleitung AL in Verbindung stehen, münden sämtliche Auslässe A_i in eine gemeinsame Förderleitung FL. Diese Anbindung der Ein-/Auslässe E_i/A_i an die zugeordneten Sammelleitungen AL/FL hat zur Folge, daß alle Bohrungen E_i/A_i während der ersten Hälfte der Schwingungsperiode (durchgezogene Kurve) als Diffusor arbeiten. Das Medium wird in dieser Phase durch die Bohrungen A_i in die Förderleitung FL gedrückt. Gleichzeitig strömt neues Medium über die Bohrungen E_i in die Kammer PK nach und füllt diese auf. Während der zweiten Hälfte der Schwingungsperiode (gestrichelte Kurve) wirken sämtliche Bohrungen E_i/A_i hingegen als Düse, die das Ansaugen bzw. Ausstoßen des Mediums erheblich behindern. Eine Förderung des Mediums findet daher jeweils nur während der ersten Halbperiode der Schwingung statt.

Um die volle Schwingungsperiode für Pumpzwecke zu nutzen und damit die Förderleistung weiter zu erhöhen, münden insgesamt zwölf, in zwei Reihen zu je sechs angeordnete konische Bohrungen $E_i/E'_i/A_i/A'_i$ an Orten maximaler Druckamplitude in die zylindrische Kammer K der in Fig. 7 dargestellten Pumpe. Der Abstand benachbarter, antiparallel orientierter Bohrungen A_i/E_i bzw. E'_i/A'_i beträgt jeweils wieder $\lambda/2$. Die radial gegenüberliegend angeordneten Bohrung A_i/E'_i erweitern/verjüngen sich jeweils in derselben Richtung, münden jedoch in verschiedene Sammelleitungen AL/FL. Dies hat zur Folge, daß das Medium während der ersten Hälfte der Schwingungsperiode (durchgezogene Kurve) durch die unteren Bohrungen A_i/E_i ausgestoßen/angesaugt wird, die oberen Bohrungen A'_i/E'_i hingegen als Düse im Sperrbetrieb arbeiten. In der zweiten Halbperiode (gestrichelte Kurve) kehren sich die Verhältnisse um. Nun sind im wesentlichen nur die als Diffusor arbeitenden oberen Bohrungen A'_i/E'_i am Volumenaustausch beteiligt, während die unteren Bohrungen A_i/E_i dem Medium als Düse den größeren Strömungswiderstand bieten.

6. Ausgestaltungen und Weiterbildungen der akustischen Pumpen

Die Erfindung beschränkt sich selbstverständlich nicht auf die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele. So ist es ohne weiteres möglich:

- jeweils mehrere Ein- und Auslässe E/A im Pumpengehäuse G vorzusehen;
- die Oberfläche der Ein- und Auslässe E/A ein- oder mehrstufig auszuführen oder in anderer Weise (schuppen-/sägezahnförmig) zu strukturieren;
- Einlaß E und/oder Auslaß A als ringförmige, sich konisch erweiternde Bohrung auszubilden,
- die Diffusor/Düse-Elemente durch andere Bauelemente mit einem von der Strömungsrichtung abhängigen Strömungswiderstand zu ersetzen und diese ggf. in die dem Einlaß bzw. Auslaß zugeordneten Anschlüsse bzw. Anschlußleitungen zu integrieren;
- die Querschnittsfläche der Pumpenkammer PK beispielsweise quadratisch, rechteckförmig, hexagonal oder elliptisch auszubilden, wobei die größte Querabmessung d_{\max} der Bedingung $d_{\max} \leq \lambda$ genügt.

7. Literatur

- [1] Sensors and Actuators, 15 (1988); S. 153—167.
- [2] Sensors and Actuators, A21—A23 (1990); S. 189—192.
- [3] Sensors and Actuators, A21—A23 (1990); S. 203—206.
- [4] Sensors and Actuators, A39 (1993); S. 159—167.
- [5] Sensors and Actuators, A46—A47 (1995); S. 549—556.
- [6] DE 42 23 019 C1.

Patentansprüche

1. Pumpe zur Förderung gasförmiger oder flüssiger Medien, bei der
 - a) ein elektromechanischer Wandler (SE) eine stehende akustische Welle in einer mit dem Medium gefüllten ersten Kammer (PK) des Pumpengehäuses (G) anregt,
 - b) mindestens ein Einlaß (E) und mindestens ein Auslaß (A) jeweils an einem Ort in die erste Kammer (PK) münden, wo sich der Kammerdruck periodisch ändert und
 - c) Ein- und Auslaß (E, A) jeweils derart ausgebildet sind, daß sie dem in die erste Kammer (PK) strömenden Medium bzw. dem aus der ersten Kammer (PK) strömenden Medium einen kleineren Strömungswiderstand bieten als dem jeweils in umgekehrter Richtung strömenden Medium.
2. Pumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der elektromechanische Wandler (SE) die erste Kammer (PK) endseitig abschließt.
3. Pumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der elektromechanische Wandler (SE) einen

Aktor (P) aufweist, dessen Abmessungen und/oder Form sich steuerbar ändern läßt.

4. Pumpe nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch einen piezoelektrischen, elektrostriktiven, magnetostriktiven, elektromagnetischen oder elektrodynamischen Aktor (P).

5. Pumpe nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Aktor (P) auf ein die erste Kammer (PK) endseitig abschließendes Biegeelement (M) oder auf einen in der ersten Kammer (PK) verschiebbar angeordneten Kolben (K) wirkt. 5

6. Pumpe nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Aktor (P) in einer zweiten Kammer (AK) des Gehäuses (G) angeordnet und ggf. durch ein Federelement (T) belastet ist.

7. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch ein Diffusor/Düse-Element als Ein- oder Auslaß (E, A). 10

8. Pumpe nach Anspruch 7, gekennzeichnet durch eine Bohrung (E, A) als Einlaß und/oder Auslaß, deren Querschnittsfläche sich in Richtung einer Symmetrieachse vergrößert.

9. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mehrzahl von Einlässen und Auslässen (E_i , A_i) in die erste Kammer (PK) münden, daß Ein- und Auslässe (E_i , A_i) jeweils abwechselnd und äquidistant aufeinanderfolgend angeordnet sind, wobei der Abstand benachbarter Ein- und Auslässe (E_i , A_i) jeweils die Hälfte der Wellenlänge der in der ersten Kammer (PK) angeregten stehenden akustischen Welle entspricht und daß die Einlässe (E_i) in eine gemeinsame Ansaugleitung (AL), die Auslässe (A_i) in eine gemeinsame Förderleitung (FL) münden. 15

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

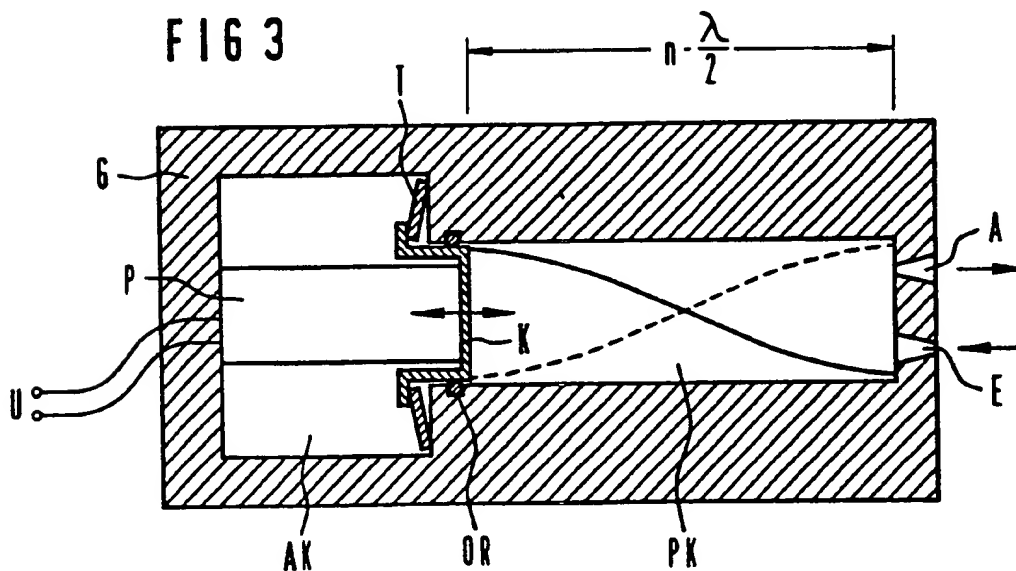
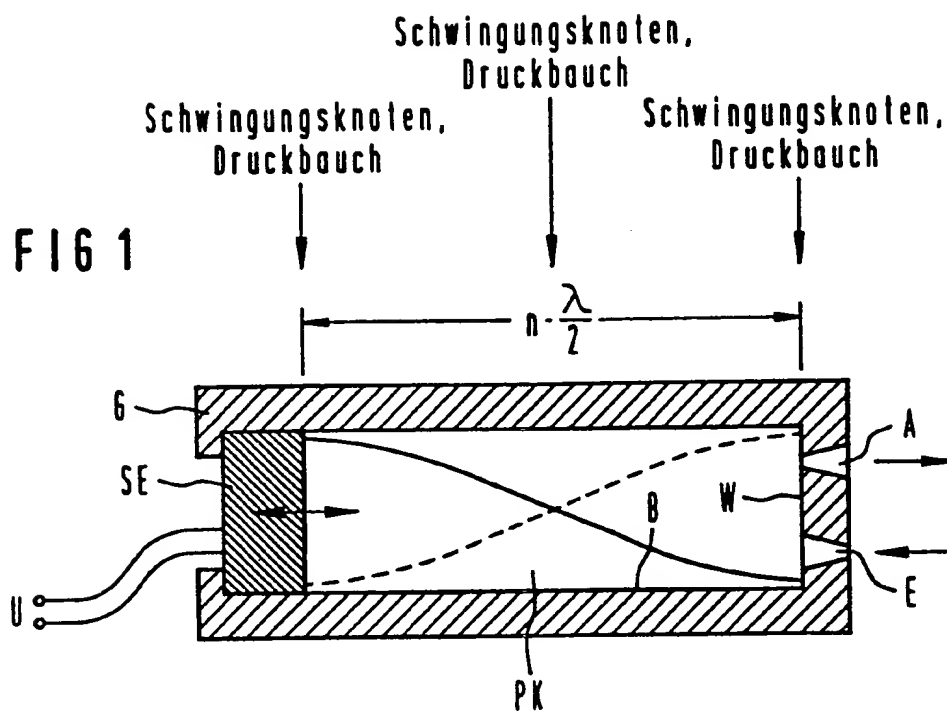
50

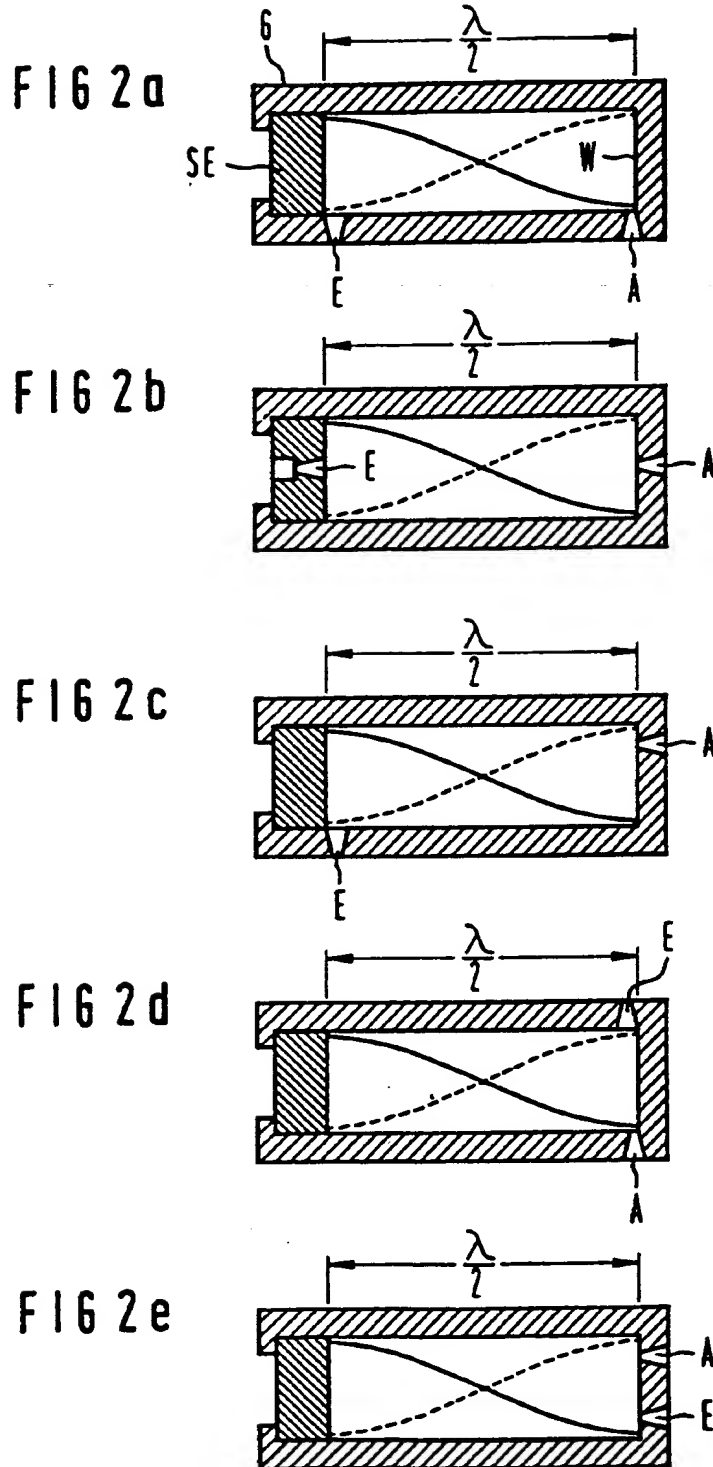
55

60

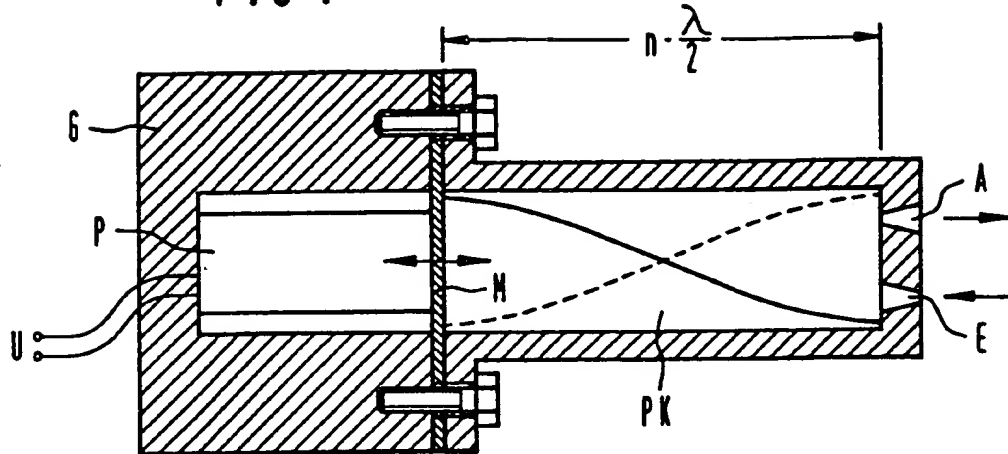
65

- Leerseite -

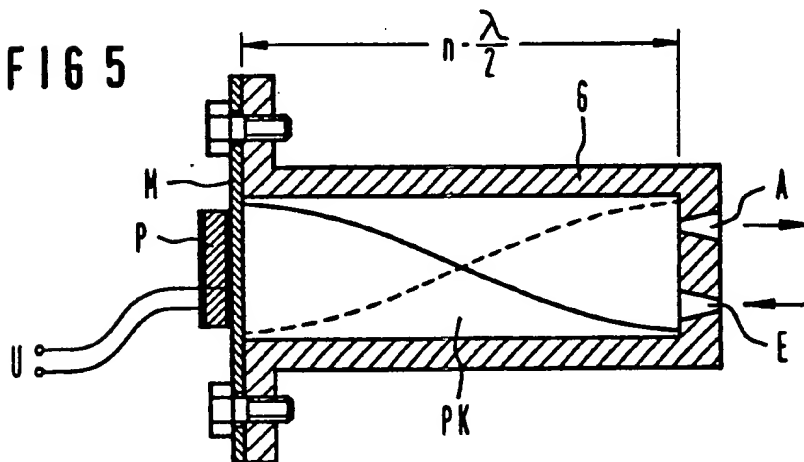


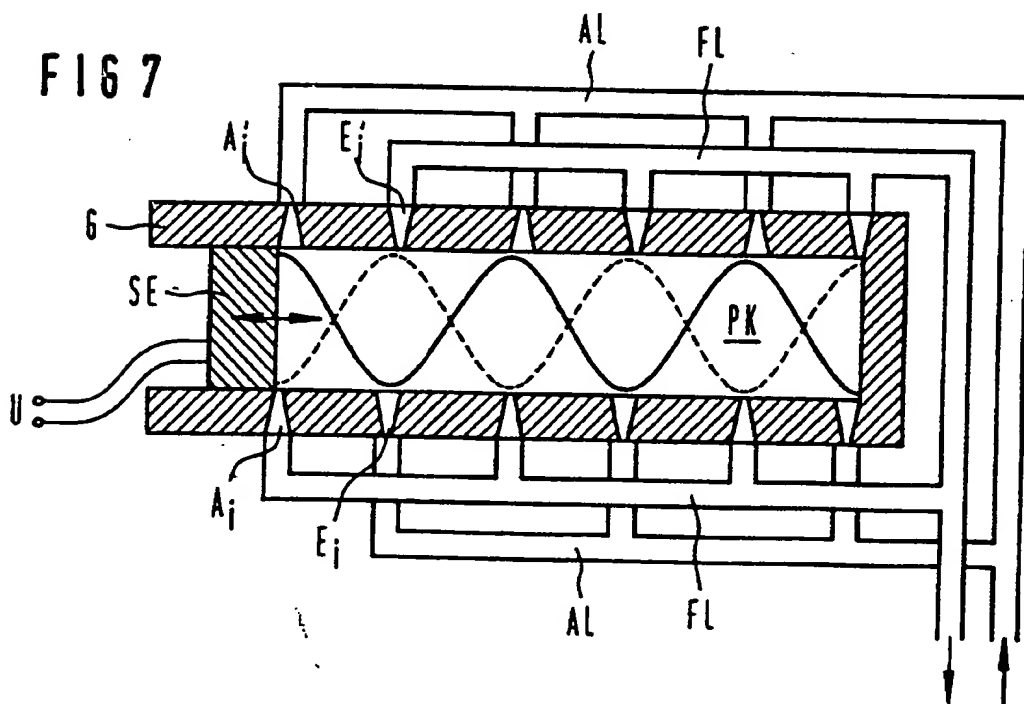
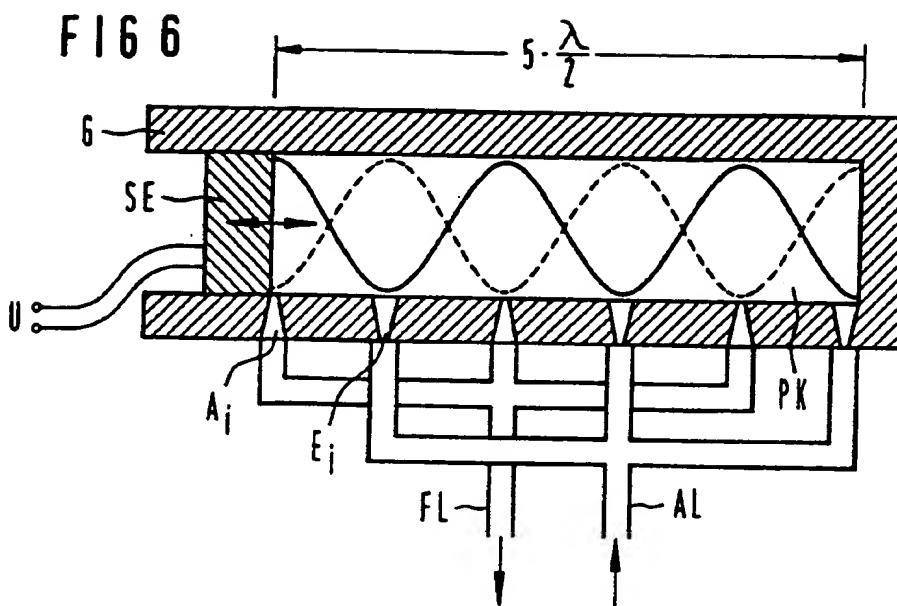


F16 4



F16 5





PCT

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANISATION
International Bureau

INTERNATIONAL PUBLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(51) International Patent Classification: H04R	A2	(11) International Publication Number: WO 00/47812
(21) International Application Number: PCT/DE00/00252		(43) International Publication Date: 10 th August 2000 (10.08.00)
(22) International Filing Date: 28 th January 2000 (28.01.00)		(81) Designated States:
(30) Priority Data: 199 04 106.7 2 nd February 1999 (02.02.99) DE		
(71) (72) Applicant and inventor: BSCHORR, Oskar [DE/DE]; Keplerstrasse, 11, D-81679 Munich (DE).		
(72) Inventor; and		
(75) Inventor/ Applicant (for US only): RAIDA, Hans-Jochen [DE/DE]; Auf dem Heidenfeld 20, 50735 Cologne (DE)		<p>Published Without international search report and to be published anew following receipt of the report.</p>
(54) Title: SOUND GENERATOR WITH A PUMP ACTUATOR		
<p>(57) Abstract The aim of the invention is to produce a sound generator for eliminating interference by means of sound absorption and for reproducing signals, speech and music. The sound is preferably generated by means of micro- and nanomechanical air pumps (12) whose output flow is controlled by the actuator (16) according to the required sound signal and exits via a sound channel (11); the complementary channel (11') acting on a closed buffer volume (15). As with conventional loudspeaker enclosures, the function of the buffer volume (15) is to make an acoustic monopole radiator out of the ineffective dipoles of the sound channel (11) and the channel (11'). In the case of air pumps (12) with high pressure differentials, the necessary buffer volume is correspondingly small. The sound-generating volume flow is measured in the sound channel (11) by means of a micromechanical flow meter (18) and can be readjusted according to a comparison of the desired value and the actual value. Finally, a bore (19) with a high flow resistance balances out air pressure fluctuations and drift errors in the buffer volume (15).</p>		